


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

УТВЕРЖДЕНО
на заседании кафедры дифференциальных
уравнений протокол от «11» марта 2022 г. № 8

СОГЛАСОВАНО
Декан факультета математики и
информационных технологий

Зав. кафедрой  /М.Г. Юмагулов

 /З.Ю. Фазуллин

«21» марта 2022 г.

**УРОВЕНЬ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
ПОДГОТОВКА КАДРОВ ВЫСШЕЙ КВАЛИФИКАЦИИ
ПРОГРАММА ПОДГОТОВКИ НАУЧНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ КАДРОВ
В АСПИРАНТУРЕ**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление
Вариативная часть

Направление подготовки
01.06.01 – Математика и механика


Направленность (профиль) подготовки
Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Квалификация
Исследователь. Преподаватель-исследователь

Форма обучения
Очная, заочная

Уфа – 2022 г.

Разработчик (разработчики):

 / д.ф.-м.н., профессор, профессор Юмагулов М.Г.
(подпись) (ученая степень, ученое звание, должность, фамилия и.о.)

Рабочая программа дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры дифференциальных уравнений, протокол № 8 от «11» марта 2022 г.

Зав. кафедрой  / М.Г. Юмагулов

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы	5
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	6
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	6
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций	8
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	14
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы	15
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	15
Приложение №1	17
Приложение №2	19

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

В результате освоения основной профессиональной образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Результаты обучения ¹		Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечание
Знания	<p>1. Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – фундаментальные основы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – современное состояние в науке; – классические и современные методы решения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления. 	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»	
Умения	<p>1. Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – четко формулировать и доказывать теоремы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – применять классические и современные методы решения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления. 	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»	
Владения (навыки / опыт деятельности)	<p>1. Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками анализа классических результатов (теорем, лемм, 	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской ра-	

	утверждений) дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	боты и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»	
--	---	---	--

2. Цели и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» относится к *вариативной* части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5 семестре – очная форма обучения, на 2,3 курсах в 4,5 семестрах – заочная форма обучения.

Целью дисциплины «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» является подготовка обучающихся к сдаче кандидатского экзамена по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин, как «Математический анализ», «Алгебра», «Дифференциальные уравнения», «Уравнения с частными производными», «Асимптотические методы теории дифференциальных уравнений», «Оптимальное управление» основы которых даются при обучении по программам бакалавриата и магистратуры. Дисциплина «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление» – раздел математики, в котором изучаются дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление и их применения. Она включает в себя исследования по следующим направлениям.

1. *Дифференциальные уравнения*, в котором изучаются базовые понятия теории. Дифференциальные уравнения включает в себя:

а) теорию обыкновенных дифференциальных уравнений, в которой изучаются базовые понятия теории, линейные уравнения, элементы качественной теории;

б) уравнения с частными производными; здесь изучаются базовые понятия теории, линейные уравнения второго порядка, обобщенные функции, некоторые классы нелинейных задач.

2. *Динамические системы*, в котором изучаются базовые понятия теории: непрерывные и дискретные динамические системы и их классификация, решения, устойчивость; элементы качественной теории: гиперболичность, бифуркации, хаос.

3. *Оптимальное управление*, в котором изучаются базовые понятия теории: задачи оптимального управления, приложения к задачам быстрогодействия, динамическое программирование, уравнение Беллмана, принцип максимума Понтрягина.

3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1 для очной формы обучения, – в Приложении 2 для заочной формы обучения.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине

4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции

ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: – фундаментальные основы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – современное состояние в науке; – классические и современные методы решения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	Отсутствие знаний	Неполные представления о – фундаментальных основах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – современном состоянии в науке; – классических и современных методах решения задач дифференциальных уравнений, динамических	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы в представлении о – фундаментальных основах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – современном состоянии в науке; – классических и современных методах решения	Сформированные систематические представления о – фундаментальных основах дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – современном состоянии в науке; – классических и современных методах ре-

			систем и оптимального управления	задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления	шения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления
Второй этап (уровень)	Уметь: – четко формулировать и доказывать теоремы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – применять классические и современные методы решения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	Отсутствие умений	Фрагментарные умения – четко формулировать и доказывать теоремы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – применять классические и современные методы решения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	В целом успешные, но содержащие отдельные пробелы умения – четко формулировать и доказывать теоремы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – применять классические и современные методы решения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	Сформированные умения – четко формулировать и доказывать теоремы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – применять классические и современные методы решения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.
Третий этап (уровень)	Владеть: навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений) дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального	Отсутствие владений	В целом успешное, но не систематическое владение навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений) дифференци-	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений)	Успешное владение навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений) дифференциальных

	управления.		альных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	уравнений, динамических систем и оптимального управления.
--	-------------	--	--	--	---

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы освоения	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
1-й этап Знания	Знать: – фундаментальные основы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – современное состояние в науке; – классические и современные методы решения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научной исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
2-й этап Умения	Уметь: – четко формулировать и доказывать теоремы дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления; – применять классические и современные методы решения задач дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научной исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специ-	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен

		альности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление».	
3-й этап Владение навыками	Владеть: навыками анализа классических результатов (теорем, утверждений) дифференциальных уравнений, динамических систем и оптимального управления.	ПК-1: способностью к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (научной специальности) «Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление»	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен

Кандидатский экзамен

Программа кандидатского экзамена по специальности 01.01.02 – дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление состоит из трех блоков:

1. Обыкновенные дифференциальные уравнения

1. Теорема существования и единственности решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений.
2. Гладкость решения задачи Коши по начальным данным и параметрам, входящим в правые части системы уравнений. Продолжение решения.
3. Общая теория линейных уравнений и систем (область существования решения, фундаментальная матрица Коши, формула Лиувилля–Остроградского, метод вариации постоянных и др.).
4. Автономные системы уравнений. Положения равновесия. Предельные циклы.
5. Устойчивость по Ляпунову. Теорема Ляпунова об устойчивости положения равновесия по первому приближению.
6. Краевая задача для линейного уравнения или системы уравнений. Функция Грина. Представление решения краевой задачи.
7. Задача Штурма–Лиувилля для уравнения второго порядка. Свойства собственных функций.

8. Системы обыкновенных дифференциальных уравнений с комплексными аргументами. Доказательство теоремы существования и единственности аналитического решения методом мажорант.
9. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теорема существования и единственности решения при условиях Каратеодори.
10. Линейные и квазилинейные уравнения с частными производными первого порядка. Характеристики. Задача Коши. Теория Гамильтона–Якоби.

2. Динамические системы и оптимальное управление

11. Динамические системы и их классификация. Непрерывные и дискретные модели.
12. Дискретные динамические системы. Точки равновесия и циклы ДДС. Устойчивость точек равновесия и циклов ДДС. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы.
13. Непрерывные динамические системы. Точки равновесия и циклы (периодические решения) НДС. Устойчивость точек равновесия и циклов НДС. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы.
14. Задачи оптимального управления. Задача оптимального быстрогодействия. Задача о брахистохроне.
15. Динамическое программирование. Принцип оптимальности. Уравнение Беллмана. Принцип максимума Понтрягина.

3. Уравнения с частными производными

16. Системы уравнений с частными производными типа Ковалевской. Аналитические решения. Теория Коши–Ковалевской.
17. Классификация линейных уравнений второго порядка на плоскости. Характеристики.
18. Задача Коши и начально-краевые задачи для волнового уравнения и методы их решения. Свойства решений (характеристический конус, конечность скорости распространения волн, характер переднего и заднего фронтов волны и др.)
19. Задачи Дирихле и Неймана для уравнения Пуассона и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, гладкость, теоремы о среднем и др.)
20. Задача Коши и начально-краевые задачи для уравнения теплопроводности и методы их решения. Свойства решений (принцип максимума, бесконечная скорость распространения, функция источника и др.)
21. Обобщенные функции. Свертка обобщенных функций, преобразование Фурье.
22. Пространства Соболева W_m^p . Теоремы вложения, следы функций из W_m^p на границе области.
23. Обобщенные решения краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка.

Экзаменационный билет состоит из трех основных вопросов и одного дополнительного вопроса программы экзамена.

Образец экзаменационного билета:

**ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»
Факультет математики и информационных технологий
Кафедра математического анализа
Направление подготовки 01.06.01 Математика и механика
Направленность «Дифференциальные уравнения, динамические системы
и оптимальное управление»
Экзаменационный билет № ____
по дисциплине «Дифференциальные уравнения, динамические системы
и оптимальное управление»
(20__ – 20__ уч. год)**

1. Устойчивость по Ляпунову. Теорема Ляпунова об устойчивости положения равновесия по первому приближению.
2. Задачи оптимального управления. Задача оптимального быстродействия. Задача о брахистохроне.
3. Обобщенные функции. Свертка обобщенных функций, преобразование Фурье.
4. Дополнительный вопрос из программы экзамена.

Зав. кафедрой

М.Г. Юмагулов

Кандидатский экзамен оценивается по пятибалльной шкале.

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене:

5 баллов (отлично) выставляется аспиранту, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Аспирант без затруднений ответил на дополнительный вопрос.

4 балла (хорошо) выставляется аспиранту, если он ответил на все вопросы, однако допустил неточности в определении основных понятий; при ответе на дополнительный вопрос допущены небольшие неточности; дал развернутые ответы на два из трех вопроса из билета и ответил на дополнительный вопрос.

3 балла (удовлетворительно) выставляется аспиранту, если при ответе вопросы билета им допущены несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос.

2 балла (неудовлетворительно) выставляется аспиранту, если ответы на вопросы свидетельствуют о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Аспирант не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

Примерный вариант теста

Тест состоит из 7 вопросов. Каждый вопрос оценивается в один балл.

Максимальное количество баллов за тест – 7.

1 Общая задача оптимального управления.

А. Оптимизация управления динамическими системами и процессами.

Б. Управление информационными системами.

В. Оптимизация разработки компьютерных программ.

Г. Анализ устойчивости систем автоматического управления.

2. Основные математические методы теории оптимальных процессов.

А. Линейная алгебра.

Б. Операционное исчисление

В. Принцип максимума Понтрягина, динамическое программирование Беллмана, математическое программирование.

Г. Преобразование Фурье.

3. Задача использования методов оптимального управления в теории автоматического управления динамическими системами.

А. Анализ управляемости систем автоматического управления.

Б. Анализ устойчивости систем автоматического управления.

В. Анализ точности систем автоматического управления.

Г. Построение оптимального закона управления системами автоматического управления.

4. Математическая модель линейной динамической системы управления.

А. $dx / dt = Ax + Bu$.

Б. $dx / dt = f(x, u, t)$.

В. $dx / dt = f(x, u, t)$.

Г. $dx / dt = xTx + uTu$.

5. Оптимальна программа управления.

А. Оптимальной закон управления разомкнутой системе, который соответствует фиксированному начальному вектору состояния системы и является функцией времени.

Б. Закон, который учитывает текущее состояние системы.

В. Оптимальный закон управления сомкнутой системой.

Г. Любая допустимая программа управления.

6. Оптимальна траектория системы управления.

А. Допустимая траектория, которая соответствует оптимальному закону управления

Б. Любая траектория.

В. Любая допустимая траектория.

Г. Траектория при терминальном управлении

7. Сомкнутые системы управления

А. Любые системы управления

Б. Системы с программным управлением

В. Нелинейные системы управления

Г. Системы с обратной связью

Темы рефератов

Каждому аспиранту предоставляется возможность выбрать тему для написания реферата из списка, представленного ниже. В конце семестра аспирант должен

представить преподавателю реферат и сделать доклад по теме реферата.

1. Первый интеграл системы дифференциальных уравнений. Консервативные и диссипативные системы.
2. Устойчивые многочлены. Критерий Рауса-Гурвица и теорема Стодола.
3. Структурная устойчивость динамических систем. Точки бифуркации. Локальные и глобальные бифуркации.
4. Дифференциальные уравнения с разрывной правой частью. Теорема существования и единственности решения при условиях Каратеодори.
5. Обобщенные решения краевых задач для эллиптического уравнения второго порядка.
6. Задачи на собственные функции и собственные значения. Задача Штурма-Лиувилля.
7. Монотонные нелинейные эллиптические уравнения.
8. Непрерывные и дискретные динамические модели: математический маятник, модель Мальтуса, логистическая модель, модель "хищник-жертва".
9. Гиперболические и негиперболические точки равновесия и циклы динамических систем. Топологические типы точек равновесия и циклов.
10. Основные сценарии локальных бифуркаций дискретных динамических систем: бифуркации состояний равновесия, бифуркации удвоения периода, бифуркация q -циклов.
11. Логистическое отображение и его точки бифуркации.
12. Основные сценарии локальных бифуркаций непрерывных динамических систем: бифуркации состояний равновесия, бифуркация Андронова-Хопфа. Примеры.
13. Задача оптимального быстрогодействия. Задача о брахистохроне.
14. Задачи динамического программирования.
15. Принцип максимума (Беллман, Понтрягин).

За выполнение реферата аспирант может получить от 0 до 15 баллов.

- **15 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом полностью раскрыта тема реферата, использовано достаточное количество источников литературы, приведено достаточное количество примеров.
- **9-14 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом полностью раскрыта тема реферата, но использовано недостаточное количество источников литературы или приведено недостаточное количество примеров.
- **4-8 баллов** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом не полностью раскрыта тема реферата или использовано недостаточное количество источников литературы и приведено недостаточное количество примеров.
- **1-3 балла** выставляется аспиранту, если он сделал реферат, при этом не полностью раскрыта тема реферата, использовано недостаточное количество источников литературы и приведено недостаточное количество примеров.
- **0 баллов** выставляется аспиранту, если он не сделал реферат.

Успешное прохождение теста и выполнение реферата является допуском к сдаче экзамена (кандидатского экзамена). Аспирант получает допуск к экзамену, если им набрано 20 и более баллов.

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Юмагулов М.Г. Введение в теорию динамических систем. Изд-во «Лань». 2015. 272 с. https://e.lanbook.com/book/56177#book_name
2. Ельцов А.А., Ельцова Т.А. Дифференциальные уравнения: учеб. пособие. Томск: Эль-Континент. 2013. 197 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=480606&sr=1
3. Белов Ю.А., Сорокин Р.В., Фроленков И.В. Аппроксимация и корректность краевых задач для дифференциальных уравнений. Красноярск: Сибирский федеральный университет. 2012. 172 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=363875&sr=1
4. Андреев А.Н. Избранные главы дифференциальных уравнений. Кемерово: Кемеровский государственный университет. 2012. 112 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232210&sr=1

Дополнительная литература:

5. Жибер А.В., Мухаметова Г.З., Сидельникова Н.А. Дифференциальные уравнения математической физики и методы их решения. Уфа: РИЦ БашГУ, 2010. 210 с.
6. Алексеев В.М., Галеев Э.М., Тихомиров В.М. Сборник задач по оптимизации. Теория, примеры, задачи. М.: Физматлит. 2011. 408 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=67227&sr=1
7. Юмагулов М.Г. Обыкновенные дифференциальные уравнения. Теория и приложения. М.-Ижевск: Изд-во РХД, 2008. ISBN 978-5-93972-652-8. Доступ к тексту возможен через Электронный читальный зал (ЭЧЗ) БашГУ.
8. Владимиров В.С., Жаринов В.В. Уравнения математической физики. М.: Физматлит. 2000. 400 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=68126&sr=1
9. Кучер А.Н. Краевые задачи для эллиптических систем уравнений на плоскости. Кемерово: Кемеровский государственный университет. 2009. 94 с. http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=232683&sr=1

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая современные профессиональные базы данных (в том числе международные реферативные базы данных научных изданий) и информационные справочные системы

1. Библиотека Башкирского государственного университета <http://lib.bashedu.ru>
2. Электронно-библиотечная система БашГУ <https://elib.bashedu.ru>
3. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru>
5. eLIBRARY.RU. – Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>
6. Windows 8 Russian, Windows Professional 8 Russian Upgrade.
7. Microsoft Office Standard 2013 Russian.

8. Maple 16: Universities or Equivalent Degree Granting Institutions New License.

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

<i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i>	<i>Вид занятий</i>	<i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i>
1	2	3
<i>Аудитория № 501, аудитория № 523</i>	<i>Лекции, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль и промежуточная аттестация</i>	<p>Аудитория № 501 Учебная мебель, доска, персональный компьютер и системный блок /Core i5-4460(3.2)/CIGABAYTE GV-N710D3-1GL/4Gb, Презентер Logitech Wireless Presenter R400 (210134000003592), проектор Sony VPL-DX270, экран ручной View Screen Lotus 244x183 WLO-4304.</p>
<i>Аудитория 522 – лаборатория компьютерного моделирования, аудитория № 523, аудитория 525 – лаборатория математического моделирования.</i>	<i>Семинарские занятия</i>	<p>Аудитория № 523 Учебная мебель, доска</p>
<i>Аудитория 426, Читальный зал №2 (физико-математический корпус)</i>	<i>Самостоятельная работа</i>	<p>Аудитория № 522 – лаборатория компьютерного моделирования Учебная мебель, доска, персональный компьютер LenovoThinkCentre A70z IntelPentium E 5800, 320 Gb, 19" – 13 шт., кондиционер LessarLS/LU-N24KB2.</p> <p>Аудитория 525 – лаборатория математического моделирования Учебная мебель, доска, персональные компьютеры в комплекте DEPO Neos 460MDi5 2300/4GDDR1333/T500G /DVDW - 13 шт., доска аудитор. ДА32.</p> <p>Аудитория № 426 Учебная мебель, доска, персональные компьютеры Lenovo Think Centre A70z Intel Pentium E 5800, 320 Gb, 19» – 13 шт., шкаф TLK TWP-065442-GGY.</p> <p>Читальный зал № 2 Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные – 8 шт., принтер – 1 шт., сканер – 1 шт. 1. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные. 3. Maple 16: Universities or Equivalent Degree Granting Institutions New License. Договор № 263 от 07.12.2012 г. Лицензии бессрочные.</p>

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Дифференциальные уравнения, динамические системы
и оптимальное управление» на 5 семестр
(наименование дисциплины)

очная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	64
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (Контроль)	36

Формы контроля:
экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские за- нятия, лабораторные работы, самостоя- тельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и допол- нительная литера- тура, рекомендуе- мая студентам (но- мера из списка)	Задания по само- стоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успевае- мости (коллоквиу- мы, контрольные работы, компью- терные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СР			
1	2	3	5	6			
1.	Модели динамических систем: модели Мальтуса, Ферхюльста, Лотки-Вольтерра, Ван-дер-Поля, Лоренца. Дискретные динамические системы. Решения, точки равновесия, циклы, устойчивость.	1	-	11	[1]-[10]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
2.	Непрерывные динамические системы. Решения, точки равновесия, циклы, устойчивость. Структурная устойчивость.	1	-	11	[1]-[10]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
3.	Особые точки (точки равновесия) дифференциальных уравнений. Критерии устойчивости.	-	1	11	[1]-[10]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
4.	Топологические типы особых точек дифференциальных уравнений.	-	1	10	[1]-[10]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
5.	Критерии устойчивости точек равновесия дифференциальных уравнений.	-	1	10	[1]-[10]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
6.	Критерии устойчивости периодических решений дифференциальных уравнений.	-	1	11	[1]-[10]	Изучение рекомендуе- мой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
	Всего часов:	2	4	64			

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины «Дифференциальные уравнения, динамические системы
и оптимальное управление»

(наименование дисциплины)

на 4,5 семестр

заочная

форма обучения

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	2
практических	4
Контроль самостоятельной работы (КСР)	4
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	89
Учебных часов на подготовку к экзамену/ зачету/ дифференцированному зачету (Контроль)	9

Формы контроля:

экзамен 5 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)			Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	СР			
1	2	3	4	5	6	7	8
	4 семестр						
1.	Модели динамических систем: модели Мальтуса, Ферхюльста, Лотки-Вольтерра, Ван-дер-Поля, Лоренца. Дискретные динамические системы. Решения, точки равновесия, циклы, устойчивость.	1	-	8	[1]-[10]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
2.	Непрерывные динамические системы. Решения, точки равновесия, циклы, устойчивость. Структурная устойчивость.	1	-	8	[1]-[10]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
3.	Особые точки (точки равновесия) дифференциальных уравнений. Критерии устойчивости.	-	1	7	[1]-[10]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
4.	Топологические типы особых точек дифференциальных уравнений.	-	1	7	[1]-[10]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
	5 семестр						
5.	Критерии устойчивости точек	-	1	25	[1]-[10]	Изучение рекоменду-	Тест, реферат, доклад,

	равновесия дифференциальных уравнений.					емой литературы	кандидатский экзамен
6.	Критерии устойчивости периодических решений дифференциальных уравнений.	-	1	24	[1]-[10]	Изучение рекомендуемой литературы	Тест, реферат, доклад, кандидатский экзамен
	Всего часов:	2	4	89			